

電気分野
専門区分

課目Ⅲ 電気設備及び機器

試験時間 10:50～12:40 (110分)

2 時限

問題 7, 8 工場配電

1～4 ページ

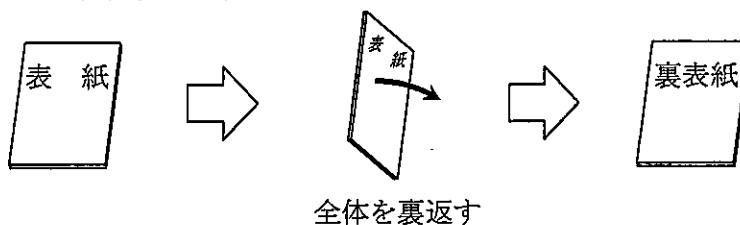
問題 9, 10 電気機器

5～8 ページ

I 全般的な注意

1. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
2. 試験中に問題の印刷不鮮明、冊子のページの落丁・乱丁などに気付いた場合は、係の者に知らせること。
3. 問題の解答は答案用紙（マークシート）に記入すること。
4. 答案用紙の記入に当たっては、答案用紙に記載の「記入上の注意」に従うこと。「記入上の注意」に従わない場合には採点されない。該当欄以外にはマークや記入をしないこと。
5. 問題冊子の余白部分は計算用紙などに適宜利用してよい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子全体を裏返して必ず読むこと。



指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
問題の内容に関する質問にはお答えできません。

(工場配電)

問題7 次の各問に答えよ。(配点計50点)

(1) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

コージェネレーションや新エネルギーなどの分散型電源を、一般電気事業者の配電系統に連系するために必要な設備対策は、次のように定められている。

① 公衆や作業者の安全確保、配電系統や他の需要家の電気設備への悪影響防止など、

の確保に関するものは「電気設備の の解釈」に定められている。

② 電圧、周波数などの の確保に関するものは「 確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に定められている。

これらにより、配電線との連系の種類は「低圧配電線との連系」、「高圧配電線との連系」、「 配電線との連系」及び「特別高圧配電線との連系」の四つに区分されており、例えば、6 600 V 配電線から受電する需要家が、構内に 400 V の発電設備を設置して、昇圧用変圧器を介して系統連系する場合には、原則として「 配電線との連系」が適用される。

< ～ の解答群 >

ア 2回線ループ	イ スポットネットワーク	ウ 全地中	エ 安心
オ 安定度	カ 連系基準	キ 設置基準	ク 技術基準
ケ 電力品質	コ 供給信頼度	サ 保安	シ 利便性
ス 低圧	セ 高圧	ソ 特別高圧	

(2) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句又は数値を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。

近年、二酸化炭素排出抑制対策の観点から、分散型電源として太陽光発電、風力発電などの新エネルギーへの関心が高まっている。太陽光発電に使われる太陽電池は、一般に 形半導体と n 形半導体とを接合した構造で、内部で発生する電気量は日射の強さに比例し、天候に

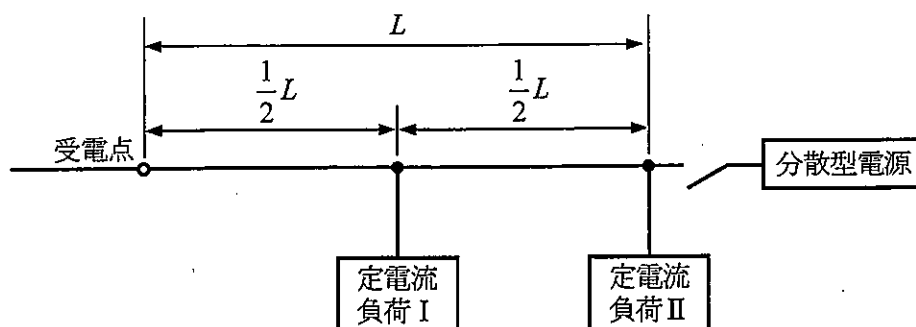
より大幅に変化する。日本での実績によると、最大出力1kWの太陽光発電設備を設置した場合、年間で得られる電力量は平均して [kW・h] 程度である。また、風力発電も太陽光発電と同様、無尽蔵でクリーンな自然エネルギーであり、メリットは多いが、その出力は風向・風速の変動に大きく左右される。風力発電機の年間設備利用率は場所によって異なるが、日本での実績によると、平均して [%] 程度である。ここで、年間設備利用率は、定格出力で連続運転したときの発電電力量に対する、実際の発電電力量の割合を表す。

< ~ の解答群 >

ア 20 イ 40 ウ 60 エ 500 オ 1000 カ 2000
キ m ク o ケ p

- (3) 次の文章の 及び に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

図のように、長さ L で、電線太さが均一で抵抗のみからなる配電線がある。この配電線には $\frac{1}{2}L$ 間隔で、定電流負荷 I、II が接続されており、二つの定電流負荷の電流は同一で変化しないものとする。この配電線の末端(定電流負荷 II の引込地点の直近)に、定電流負荷の合計(I と II の電流の合計)の $\frac{1}{3}$ の電流を定格電流とする分散型電源を連系するものとする。分散型電源を連系し、定格運転したとき、受電点から定電流負荷 II の引込地点までの電圧降下は、分散型電源を連系していないときの値の [%] となる。また、このときの配電線全体の電力損失は、分散型電源を連系していないときの値の [%] となる。ここで、定電流負荷及び分散型電源の力率はいずれも 1 とし、配電線から定電流負荷 I、II への引込部分、及び配電線と分散型電源の連系部分の長さは無視できるものとする。



(工場配電)

問題 8 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

(1) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句を ～ の解答群 > から選び、その記号を答えよ。

調相設備には、進相用の電力用コンデンサ、遅相用の 、及び進相・遅相の両方に使用できる同期調相機があり、工場などでは、主に電力用コンデンサを設置して力率を調整している。

電力用コンデンサにより力率を改善することで、 の減少、電気料金の低減、 の増加及び系統電圧の改善を図ることができるため、適切な力率調整が望まれる。コンデンサによる力率調整の制御方式としては、 制御、無効電力制御及び力率制御があるが、このうち無効電力制御及び力率制御では、コンデンサの投入・開放を連続的に繰り返す 現象に対する配慮が必要となる。

一般にコンデンサ設備は、 をコンデンサと直列に接続し、電力系統に存在する高調波に対し、コンデンサ設備の合成リアクタンスが になるようにして、電圧波形のひずみを軽減させ、かつ、コンデンサ投入時の突入電流の抑制を図っている。また、 時の残留電荷を放電させるために、コンデンサと並列に放電抵抗又は放電コイルを備えている。

< ～ の解答群 >

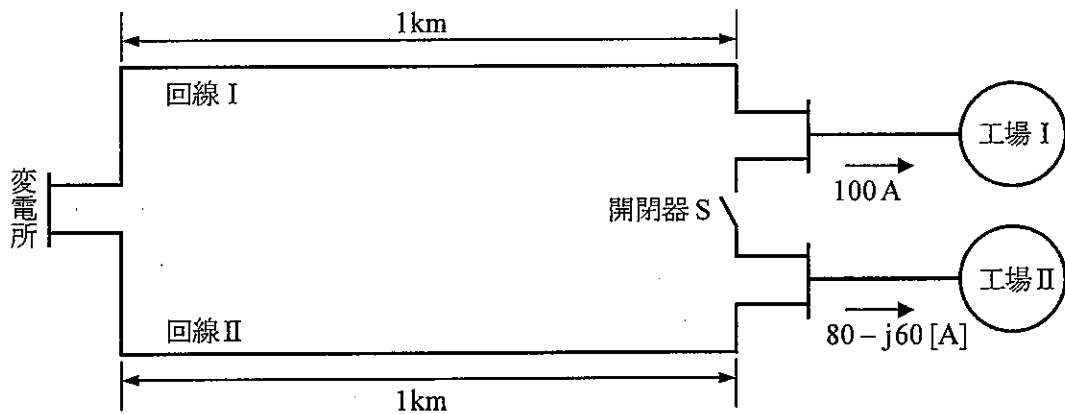
- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ア デマンド | イ ハンチング | ウ フェラント | エ フリッカ |
| オ 開放 | カ 投入 | キ 共振 | ク 時間 |
| ケ 系統容量 | コ 短絡容量 | サ 電力損失 | シ 誘導性 |
| ス 零 | セ 容量性 | ソ 消弧リアクトル | タ 直流リアクトル |
| チ 直列リアクトル | ツ 分路リアクトル | | |

(2) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な数値を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。

図のような三相3線式2回線の、常時開路のループ状の配電線(図の開閉器 S は開放した状態)がある。回線 I 及び回線 II の長さはいずれも 1 km とし、電線 1 条当たりの抵抗は $0.3 \Omega/\text{km}$ で、線路インピーダンスは各回線とも平衡しているものとする。両回線の末端には二つの工場があり、1 相当りの負荷電流は、回線 I が 100 A (力率 100%)、回線 II が $80 - j60$ [A] (力率 80%) である。

負荷電流は三相平衡の定電流特性を有するとしたとき、回線 I の線路損失は 9 kW、回線 II の線路損失は [kW] となる。

次に、開閉器 S を投入してループ運転を行った場合、開閉器 S を流れる電流の大きさは定常状態では [A] となる。このとき、回線 I 及び回線 II の線路損失の合計値は、開閉器 S を投入する前に比べて 倍となる。



< ～ の解答群 >

- | | | | | | |
|-------|-------|--------|-----------------|-----------------|-------|
| ア 0.5 | イ 0.9 | ウ 0.99 | エ 1 | オ 5.76 | カ 7.2 |
| キ 9 | ク 10 | ケ 40 | コ $10\sqrt{10}$ | サ $20\sqrt{10}$ | |

(電気機器)

問題 9 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

- (1) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

電気機器は使用中、機器の内部での損失により熱を発生する。この熱は伝熱により外部へ放散されるが、一部は機器内部に蓄積され機器各部の温度を上昇させ、発生熱量と放散熱量が均衡したときに温度が一定となる。電気機器各部の測定温度と 温度との差を温度上昇という。温度上昇は電気機器の寿命や定格を決定する主要な指標の一つである。すなわち、使用される絶縁物の 性によって区分が行われ、実用上十分な寿命が確保できるための許容最高温度が定められている。温度上昇値を求めるための温度測定法には、 法、埋込温度計法、温度計法があり、目的に応じて使い分けがなされている。

規約効率の算定に使用する巻線抵抗には、これらの測定法によって得られた温度を用いて、測定した抵抗値を、使用絶縁物の クラスに対応した基準 温度へ補正した値が用いられる。

< ～ の解答群 >

ア 基準 イ 光学 ウ 使用 エ 冷却 オ 冷媒 カ 耐熱
キ 耐候 ク 抵抗 ケ 電流 コ 巻線 サ 絶縁 シ 絶縁物

- (2) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句を ～ の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

変圧器の規約効率の算定に用いられる全損失は、鉄損と誘電体損などの和である無負荷損、及び銅損と漂遊負荷損の和である負荷損で構成される。無負荷損の大部分を占める鉄損は、ヒステリシス損と に分けられる。ヒステリシス損は、鉄心の磁化ヒステリシス現象により生じる損失で、交番磁界のもとでは の1乗と、 の1.6～2乗に比例するものとして表すことができる。 は、鉄心中で磁束の変化に起因して発生する抵抗損である。

最近の変圧器は、損失の少ない鉄心材料を使用しているため無負荷損が減少し、8 効率の負荷点が軽負荷側に移行する傾向にある。日本工業規格 JIS C 4304:2005 では、配電用油入変圧器のエネルギー 9 効率の基準値を定義しており、この値を計算するときの基準負荷率を、定格容量が 500 kV・A 以下では 40%、500～2000 kV・A では 50% と規定している。

〈 5 ～ 9 の解答群〉

ア 運転	イ 消費	ウ 最大	エ 平均	オ 損失
カ 周波数	キ 印加電圧	ク 誘導起電力	ケ 補機損	コ 渦電流損
サ 励磁回路損	シ 電流密度	ス 最大磁束密度	セ 磁束	

(3) 次の文章の A abcd ～ E ab.cd に当てはまる数値を計算し、その結果を答えよ。ただし、解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

定格容量 200 kV・A、定格一次電圧 6 600 V、定格二次電圧 210 V の三相変圧器に、この定格容量に等しく、力率 1 の平衡三相負荷を接続したときの効率が 98.5% であった。また、定格容量の 40% で力率 1 の平衡三相負荷を接続したときに最大効率となった。これら二つの効率条件から、無負荷損 P_i [W]、定格容量時の負荷損 P_c [W] は次のように計算される。

① 定格容量 (100%) で力率 1 の負荷を接続したときの効率条件より次式が成立する。

$$P_i + P_c = \text{A abcd} \text{ [W]}$$

② 定格容量の 40% で力率 1 の負荷を接続したとき最大効率となる条件より次式が成立する。

$$P_i = \left(\text{B a.b} \times 10^{-1} \right) \times P_c \text{ [W]}$$

以上の二つの条件式より

$$P_i = \text{C abc.d} \text{ [W]}$$

$$P_c = \text{D abcd} \text{ [W]}$$

となる。

また、最大効率 η_m の値は E ab.cd [%] となる。

(電気機器)

問題 10 次の各問に答えよ。(配点計 50 点)

(1) 次の文章の ～ の中に入れるべき最も適切な字句又は式を ～ の解答群> から選び、その記号を答えよ。

同期機とは「定常運転時に と交流周波数で定まる同期速度で回転する交流回転機をいう」と定義されている。

三相同期電動機は、負荷の大きさにかかわらず、電源周波数が一定であれば常に一定の回転速度で運転することができ、また、直流励磁装置を有する同期電動機では、 を調整することによって力率を任意に変化させることができる。

回転界磁形の三相同期電動機では、電機子巻線に三相交流を供給すると回転磁束が発生する。また、界磁巻線に直流電流を供給すると磁極は一方向に磁化される。回転磁束軸と回転磁極軸とが 回転しているときに一定方向のトルクが発生する。

三相同期電動機の実出力 P [W] は、機械損と鉄損を無視し、電機子巻線抵抗が同期リアクタンスに比べて十分小さいものとすれば、端子電圧(星形1相) V [V]、誘導起電力(星形1相) E_0 [V]、同期リアクタンス x_s [Ω]、及び端子電圧と誘導起電力との相差角(負荷角) δ [rad] を用いて次式で表される。

$$P = \frac{3VE_0}{x_s} \times \text{} \text{ [W]}$$

すなわち、端子電圧及び誘導起電力を一定とすれば、出力は負荷角の関数であり、 $0 < \delta < \frac{\pi}{2}$ においては、電動機負荷の増加と共に負荷角は なる。また、界磁電流を増加させて誘導起電力が増加したとき、一定端子電圧のもとに出力を一定に保つためには、 δ が なければならない。

ある一定出力において、電機子電流が端子電圧と同相の場合に電機子電流は となり、界磁電流を更に大きくした場合には、電機子電流は端子電圧に対して 電流となるので、この特性を利用して系統の力率改善を行うことができる。

< ～ の解答群 >

ア $\cos \delta$	イ $\sin \delta$	ウ $(1 - \sin \delta)$	エ 最小	オ 最大
カ 進み	キ 遅れ	ク 極数	ケ 巻数	コ 界磁電流
サ 電機子電流	シ 回転速度	ス 一致して	セ 大きく	ソ 不変と
タ 減少し	チ 増加し	ツ ある角度を保って		
テ 一定に保持され		ト 角度が変動しながら		

(2) 次の文章の 9 ~ 15 の中に入れるべき最も適切な字句、数値又は式を 9 ~ 15 の解答群から選び、その記号を答えよ。なお、10 は2箇所あるが、同じ記号が入る。

図 a はサイリスタ (Th) を用いた三相ブリッジ整流回路である。この回路を対称三相正弦波交流で線間電圧(実効値)が V の電源に接続した場合、転流リアクタンスによる電圧降下を無視し、サイリスタの制御 9 角を α とすると、直流平均電圧 V_d は次式で与えられる。

$$V_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V \times \text{10} \doteq 1.35V \times \text{10} \dots\dots\dots \text{①}$$

交流側電流は、重なり角を無視し、また、直流電流が完全に平滑化されているものとするれば、各相の半サイクルでの通流角が 11 [rad] の方形波となる。

①式より、 α を 0 から π の間で変化させることにより、 V_d の値を制御できることが分かる。 α が $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ では V_d が 12 となるので、電力が交流側から直流側へ流れる整流器運転領域となる。 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ での運転は 13 運転と呼ばれ、交流と直流の間に電力の流れはない。 $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ では V_d が 14 となるので、図 a の負荷に代えて図 b のように直流電源を接続すると、電力が直流側から交流側へ流れる 15 運転領域となる。

α が $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ 領域の運転と $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ 領域の運転の両者を組み合わせた装置は、異周波数を連系する他励式周波数変換装置に採用されている。

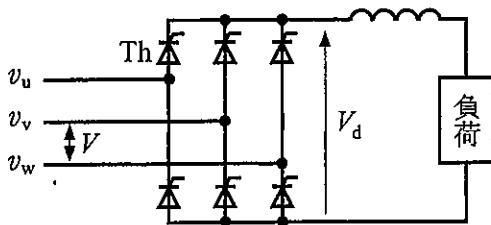


図 a

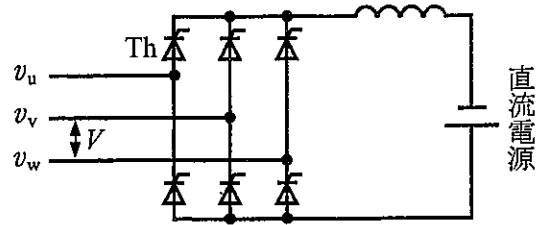


図 b

< 9 ~ 15 の解答群 >

- | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|-----------------|-----------------|
| ア $\frac{\pi}{2}$ | イ $\frac{2\pi}{3}$ | ウ π | エ $\cos \alpha$ | オ $\sin \alpha$ |
| カ $1 + \cos \alpha$ | キ インバータ | ク コンバータ | ケ ブースタ | コ 負 |
| サ 零 | シ 正 | ス 進み | セ 遅れ | ソ 力率 |
| タ 零力率 | チ 並行 | ツ 並列 | | |



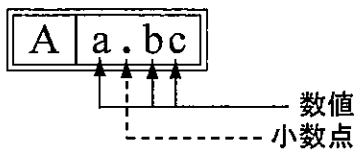
(表紙からの続き)

II 解答上の注意

1. 問題の解答は、該当欄にマークすること。
2. (1) 1、 2 などは、解答群の字句、数値、式、図などから当てはまる記号「ア、イ、ウ、エ、オ・・・」を選択し、該当欄のその記号を塗りつぶすこと。
- (2) A a.bc、 B a.bc×10^d などは、計算結果などの数値を解答する設問である。それぞれ a,b,c などのアルファベットごとに該当する数字「0,1,2,3,4,5,6,7,8,9」を塗りつぶすこと。
 解答は解答すべき数値の最小位の一つ下の位で四捨五入すること。

「解答例 1」

(設問)



(計算結果)

6.827……
 ↓ 四捨五入
 6.83

(解答)

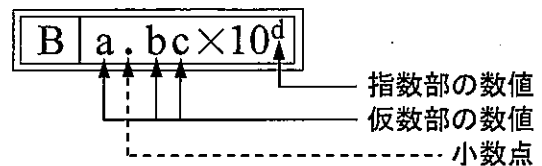
「6.83」に
 マークする



		A		
		a	.	b c
①		0		0
②		1		1
③		2		2
④		3		3
⑤		4		4
⑥		5		5
⑦		6		6
⑧		7		7
⑨		8		8
⑩		9		9

「解答例 2」

(設問)



(計算結果)

9.183 × 10²
 ↓ 四捨五入
 9.18 × 10²

(解答)

「9.18 × 10²」に
 マークする



		B				
		a	.	b c	×10	d
①		0		0		0
②		1		1		1
③		2		2		2
④		3		3		3
⑤		4		4		4
⑥		5		5		5
⑦		6		6		6
⑧		7		7		7
⑨		8		8		8
⑩		9		9		9